

ÜBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN SEDIMENTCHARAKTER UND CHEMISCHER BESCHAFFENHEIT DES HYPORHEALS IM UNGARISCHEN DONAUABSCHNITT

(DANUBIALIA HUNGARICA LIX.)

Von

E. V. KOZMA

Ungarische Donauforschungsstation, Alsógdő

Eingegangen: 8. Juni 1970

„Die stromnahe phreatische Fauna lebt in den Interstitialräumen der vom Fluß abgelagerten und von Flußwasser durchströmten Lockergesteine. In seiner Ausdehnung umfaßt der Lebensraum die Sedimentschicht unter der Stromsohle des Gewässers sowie einen schmalen Uferstreifen. Orghidan (1955, 1959) hat diesen Lebensraum entsprechend seiner Lage und seiner charakteristischen Besiedlung den hyporheischen Lebensraum genannt, eine Bezeichnung, die später von Schwoerbel (1961), Ruffo (1961) und Angelier (1962) übernommen worden ist.

Der hyporheische Lebensraum i. S. von Orghidan ist ein Biotop des phreatischen Grundwassers i. S. von Chappuis (1942, 1950), und zwar derjenige, der mit dem Fließgewässer chemisch und biologisch in unmittelbarem Austausch steht (Schwoerbel 1964).“

Der hyporheische Lebensraum spielt hinsichtlich des Stoffumsatzes des Flusses bzw. des Bodens keine besondere quantitative Rolle. Seine Untersuchung ist in erster Linie wegen seines besonderen Charakters begründet:

a) Die Untersuchungen des von ökologischem Gesichtspunkt extremen Biotops liefern in erster Linie hinsichtlich der physikalischen (Korngröße, Porenvolumen, kapillare Saugkraft) Eigenschaften und chemischen Verhältnisse des Bodens wertvolle Angaben.

b) Wie in jedem extremen Biotop, so besitzen auch die hier lebenden Organismen eigentümliche (morphologische und physiologische) Anpassungsmerkmale.

c) Es kommen solche, bisher wenig bekannte primitive Formen vor, deren Untersuchung von systematischem und phylogenetischem Gesichtspunkt äußerst bedeutend ist (Ruttner — Kolisko 1956).

Die im Rahmen der Ungarischen Donauforschungsstation durchgeführten Untersuchungen bezüglich des hyporheischen Lebensraumes erstreckten sich auf die chemischen, bakteriologischen und zoologischen

Verhältnisse. Die vorliegende Arbeit berichtet über die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen.

In der Zwischenzeit vom V. 1963 und IV. 1964 wurden an zwei Stellen der Mosoner Donau (der Mosoner Donauarm begleitet einen 59 km langen Abschnitt des Hauptstromes in einer Länge von 127 km) unterhalb Mosonmagyaróvár und in der Nähe von Magyarkimle bei 6 Gelegenheiten, ferner in der Zwischenzeit vom X. 1962 und VIII. 1963 in der Nähe von Alsógöd, ebenfalls an zwei verschiedenen Stellen im Hauptstrom selbst bei 7 Gelegenheiten Sammlungen durchgeführt.

Im Abschnitt des kleinen Alföld fließt die Donau mit ihren Seitenarmen – also mit der Mosoner Donau zusammen – über eine mächtige Geschiebebank. In die lockeren, kohäsionslosen Substanzen des Geschiebes sickert das Wasser leicht ein, der Wasserstand wird hier von dem der Donau weitgehend beeinflusst. Bei Überschwemmungen hebt ein Teil der Wasserergiebigkeit das Niveau des Bodenwassers, beim Sinken des Wasserstandes fließt ein Teil des Bodenwassers langsam ins Flußbett zurück (Tóry 1952).

Die an der Mosoner Donau gewählten beiden Untersuchungsstellen, Mosonmagyaróvár und Magyarkimle (im weiteren mit „I“ und „II“ bezeichnet) befinden sich ebenfalls auf dieser Geschiebebank. Das Gefüge des Sedimentes ist dementsprechend schotterig und sandig. Bei Mosonmagyaróvár kann der verunreinigende Einfluß der Stadt stark nachgewiesen werden. Die oberste Bodenschicht ist in nächster Nähe des Flusses schlammig, manchmal von üblem Geruch, nach Schwefelwasserstoff riechend. Im Frühjahr 1964 wurde dieser Uferabschnitt reguliert, ausbetoniert, so daß weitere Untersuchungen hier abgebrochen werden mußten. Die Untersuchungsstelle bei Magyarkimle ist verhältnismäßig rein, wird unmittelbar nicht verseucht.

Die eine Untersuchungsstelle bei Alsógöd (im weiteren mit „A“ bezeichnet) befindet sich beim Stromkm 1669 auf der Seite des Hauptarmes der in der Nähe des linken Ufers sich hinziehenden kleinen Insel. Der Boden ist sandig, die Insel mit Bäumen besetzt, der einige Meter breite Ufersaum hingegen nur spärlich bepflanzt. Die andere Untersuchungsstelle (im weiteren mit „B“ bezeichnet) liegt ungefähr um 500 m tiefer und ebenfalls auf der linken Seite der Donau. Der Boden ist ein grauer lehmiger Ton. Proben konnten meistens nur unmittelbar am Ufer genommen werden, da entfernter das Sickersen des Wassers nur äußerst langsam vor sich ging.

Die Untersuchungsstellen werden auf Abb. 1 u. 2. veranschaulicht.

Die Probelöcher wurden nach der Methode von Chappuis (1942) gegraben. Es wurden vom Ufer in 0,1–0,2 m, 1 und 2 m-Entfernung je drei Löcher gegraben. Die in gleicher Entfernung vom Ufer gelegenen Probelöcher befanden sich 3 m voneinander entfernt. Unter günstigen Umständen konnten an einer Sammelstelle 9 Proben entnommen werden (Kozma 1963). Bei gleicher Gelegenheit wurden selbstverständlich auch Proben aus dem Flußwasser genommen.

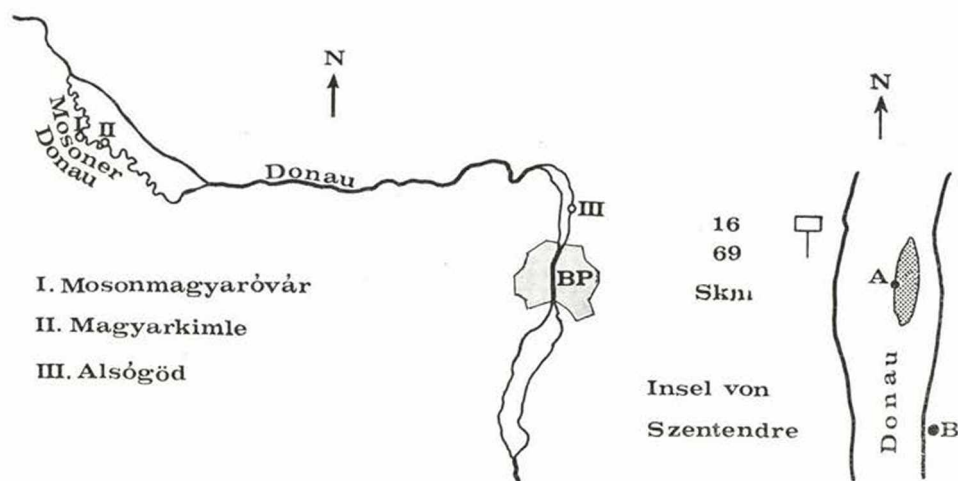


Abb. 1 und 2 Untersuchungsstellen.

Es wurde ferner bestrebt, die Proben bei niederem Wasserstand zu entnehmen, da so ein Herankommen erleichtert war. Die jeweiligen Wasserstandsangaben sind in Tabelle I. zusammengefaßt. Bei den Angaben von Mosonmagyaróvár und Magyarokimle wurden die zur Mosoner Donau am nächsten liegenden Wasserpegelangaben von Győr, bei denen von Alsógöd die von Budapest berücksichtigt.

Tabelle I.

Wasserstandsangaben in cm

Győr			Budapest		
27.	V. 1963	297	23.	X. 1962	106
17.	VII. 1963	256	30.	X. 1962	98
20.	IX. 1963	190	12.	XI. 1962	147
16.	X. 1963	195	3.	XII. 1962	158
20.	XI. 1963	196	16.	IV. 1963	449
17.	IV. 1964	289	9.	V. 1963	385
			1.	VIII. 1963	243

Ein Teil der chemischen Analysen (Sulfat-, Nitrit- und Calciumionen) wurde nach den Wasseruntersuchungsvorschriften der Ungarischen Standardsverfahren durchgeführt und der Kaliumpermanganatverbrauch durch die von der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung der „Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung“ (Wien) vorgeschlagene Methode bestimmt. Die übrigen Bestimmungen erfolgten mit der Halbmikromethode nach M a u c h a (Maucha 1932, 1947).

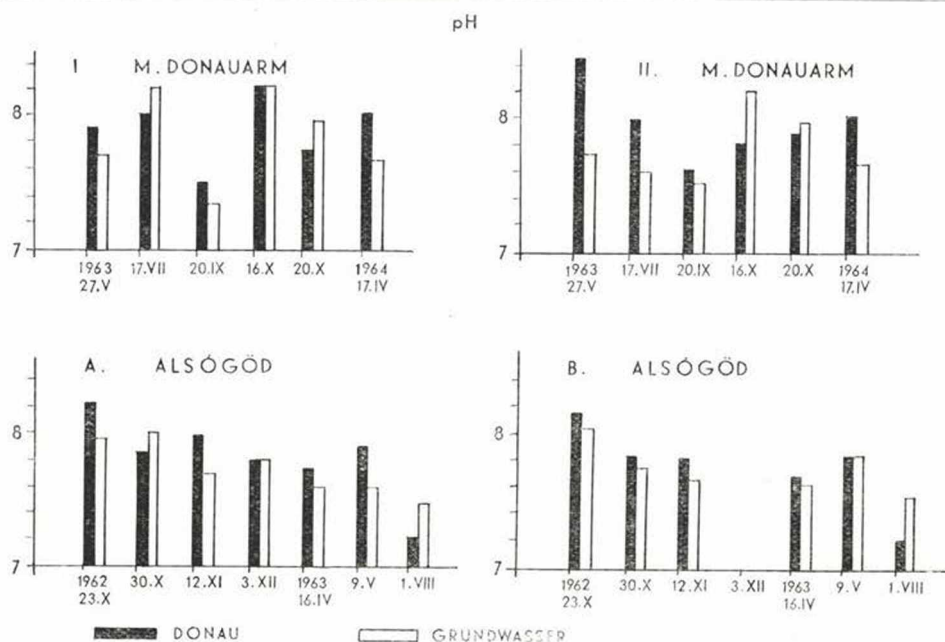


Abb. 3 – 15 Graphische Darstellung der chemischen Angaben. Untersuchungsstellen I. und II. im Mosoner Donauarm. Untersuchungsstellen A. und B. von Alsógöd.

Abb. 3 pH-Wert

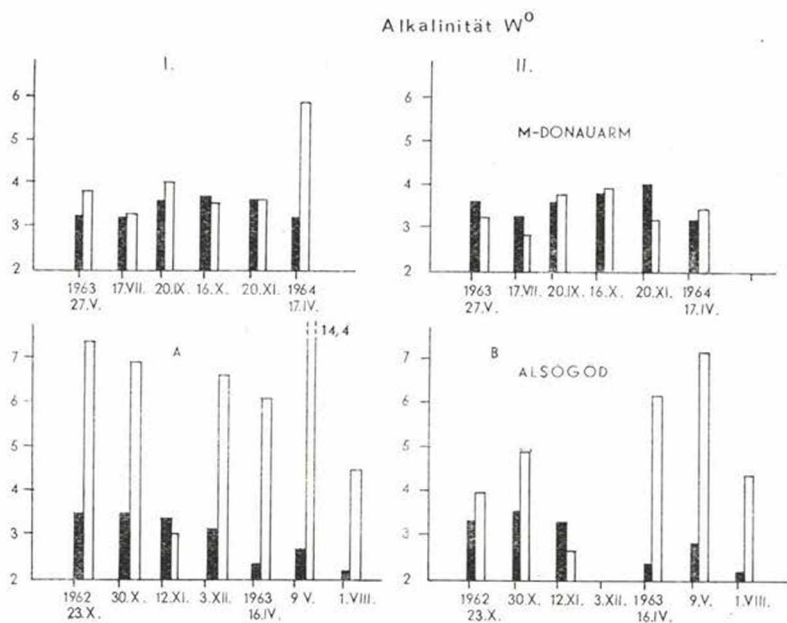


Abb. 4. Alkalinität W°

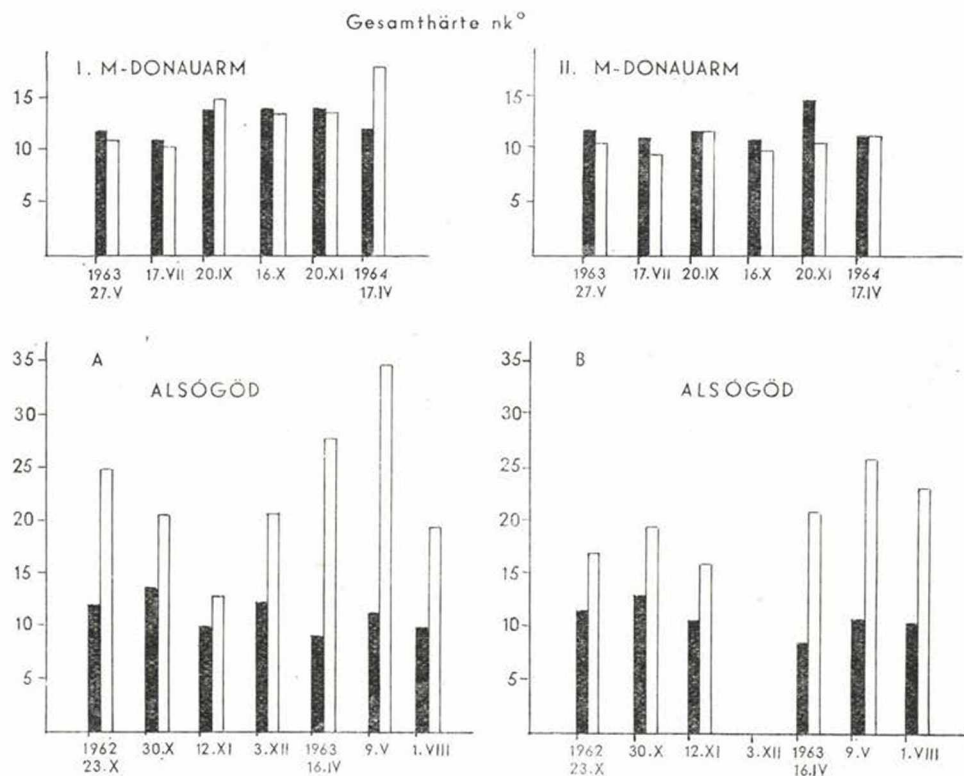
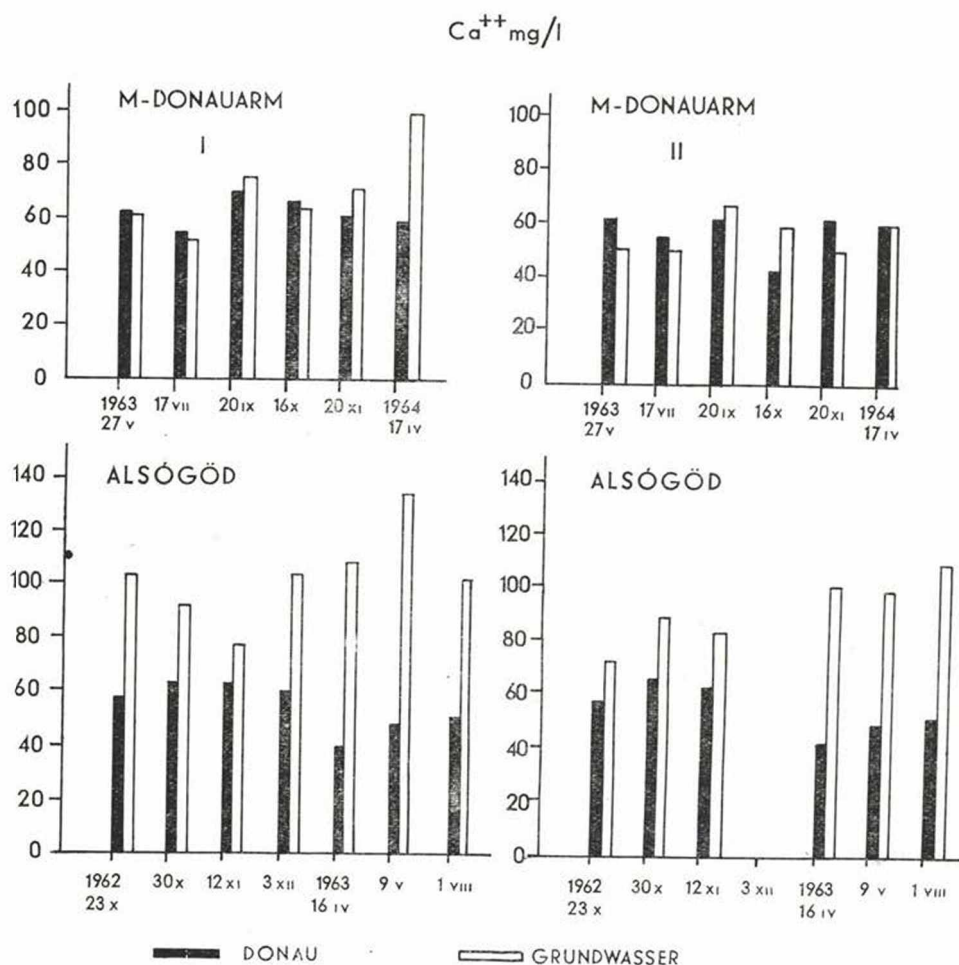


Abb. 5. Gesamthärte °DH.

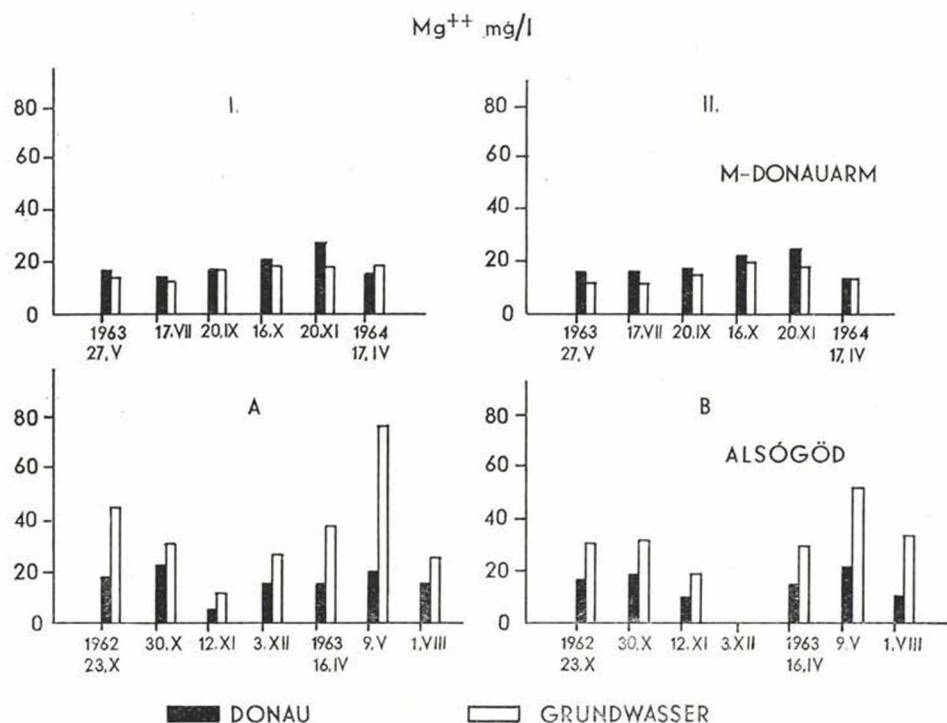
Da sämtliche chemischen Angaben in Tabellen angeführt zu umfangreich und unübersichtlich wären, wurde die graphische Darstellungsweise gewählt (Abb. 3–15). Die zur selben Zeit aus dem Fluß und Boden erlangten Durchschnittswerte werden mit Hilfe von Säulendiagrammen veranschaulicht.

Die an gleicher Stelle, aber in verschiedener Entfernung vom Flußufer genommenen Proben zeigen, daß die Temperatur, der pH-Wert und der Gehalt an gelöstem Sauerstoff in den Bodenproben mit der Entfernung vom Ufer abnimmt. Diese Erscheinung wurde bereits auch bei anderen Flüssen bzw. Bächen festgestellt (Schwoebel 1961, 1967). Im Falle von anderen Untersuchungsobjekten (z. B. Breg) blieben diese Werte nach einer gewissen Entfernung bzw. Tiefe konstant. Bei unseren Untersuchungen konnte dies nicht nachgewiesen werden.

Wie aus den graphischen Darstellungen zu erschen ist, sind die chemischen Eigenschaften des hyporheischen Grundwassers an den einzelnen Untersuchungsstellen äußerst verschieden. Bei den Proben der Moso-

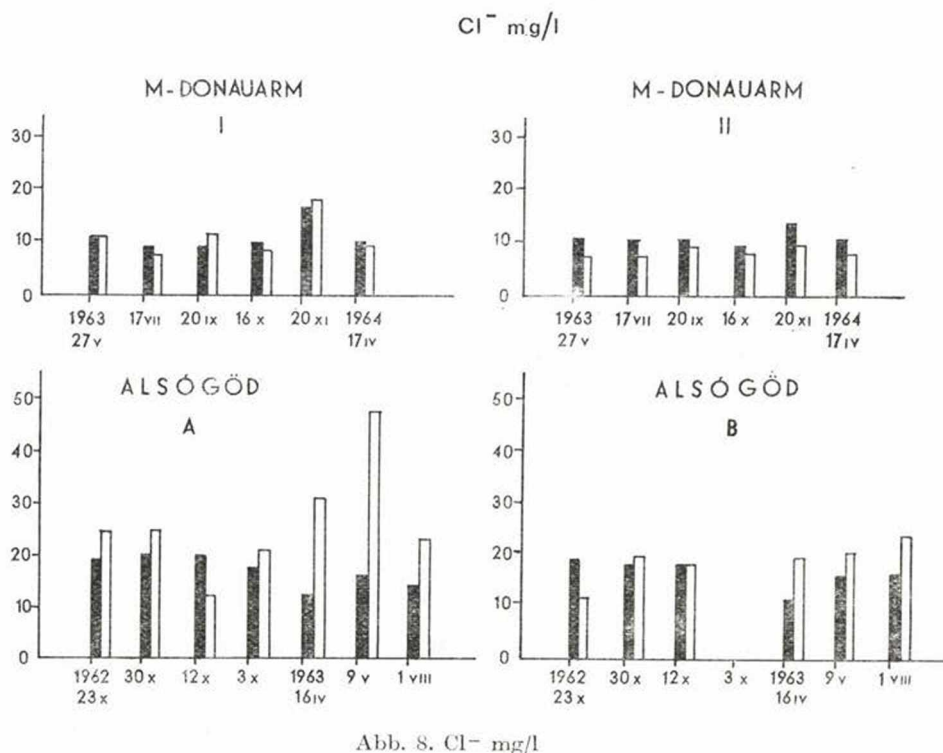
Abb. 6. Ca^{++} mg/l

ner Donau weisen die meisten Untersuchungswerte Ähnlichkeiten mit denen die aus dem Fluß gewonnen wurden auf. Ausnahmen bilden gewissermaßen der gesunkene pH-Wert, die etwas gestiegene Alkalinität sowie der ebenfalls gestiegene Kaliumpermanganatverbrauch. In Alsógöd sind beinahe alle Werte höher als die, welche in der Donau bestimmt wurden. Gegenüber denen in der Donau gemessenen Ionen (Calcium-Magnesium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Sulfationen) sind die in dem Grundwasser bestimmten das Zwei- oder Dreifache, ja selbst Vierfache höher. Diese Feststellung bezieht sich auch auf die stickstoffhaltigen Ione. Eine Ausnahme bildet die Menge der Nitrat-Ione, die in den Grund-

Abb. 7. Mg^{++} mg/l.

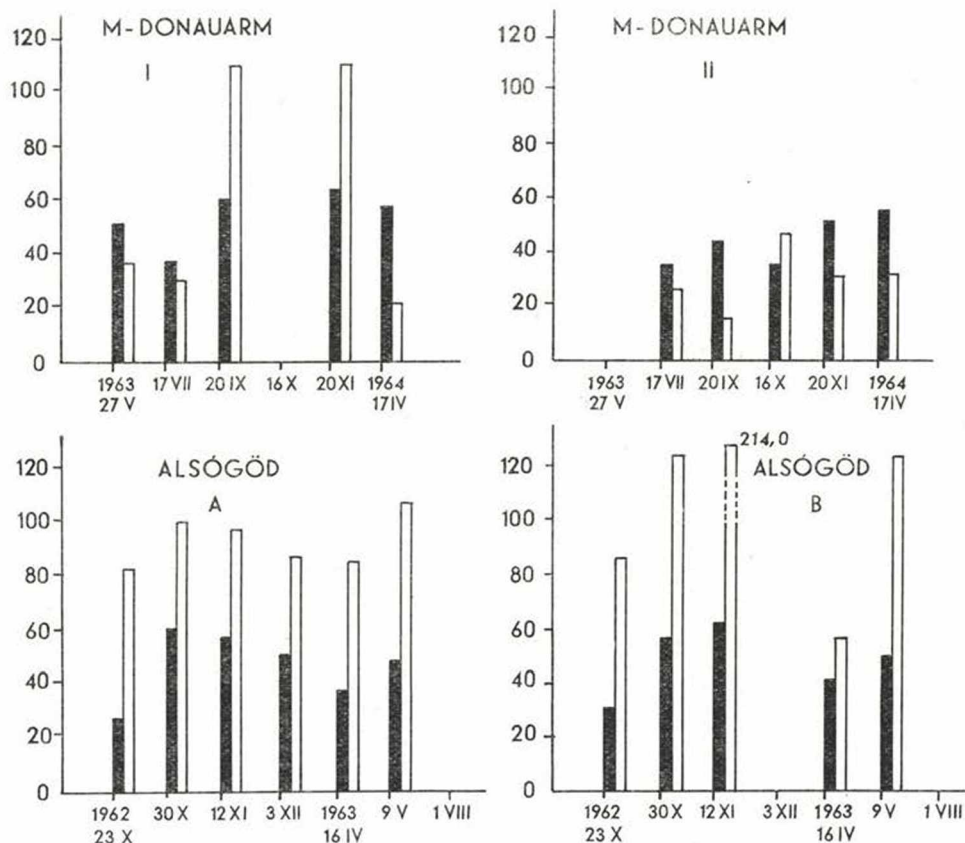
wasserproben der Mosoner Sammelstellen festgestellt wurde, hier stimmen die Werte mit denen aus dem Flußwasser genommenen überein. Die Menge des Silikates ist in den Grundwasserproben von Alsógöd bedeutend höher als im Flußwasser.

In seiner Arbeit über die Typisierung des Grundwassers unterscheidet Gerb (1958) normale und reduzierte Gewässer. Er äußert sich wie folgt: „Enthält ein Kalkschotterwasser freien gelösten Sauerstoff von etwa 4 mg/l an aufwärts, so ist es gewöhnlich frei von Schwefelwasserstoff, von Ammonium- und Nitrit-Ion, von den Ionen des zweiwertigen Eisens und Mangans und enthält organische, durch Permanganat oxydierbare Substanzen auch nur in untergeordneten Konzentrationen. Dagegen enthält es dann praktisch immer Nitrate, wenn auch selten mehr als 20 bis 25 mg NO_3^- /l. Fehlt dagegen der Sauerstoff, so können die Kalkschotterwässer Eisen, Mangan, Ammoniumverbindungen und Nitrite bei oft nur wenig erhöhtem Permanganatverbrauch und häufig auch Schwefelwasserstoff enthalten, während Nitrate dann gewöhnlich nur in Spuren vorhanden sind oder gänzlich fehlen. Es ist deshalb zweckmäßig, ähnlich wie bei anderen Grundwassertypen auch bei den Kalkschotterwässern den sauer-

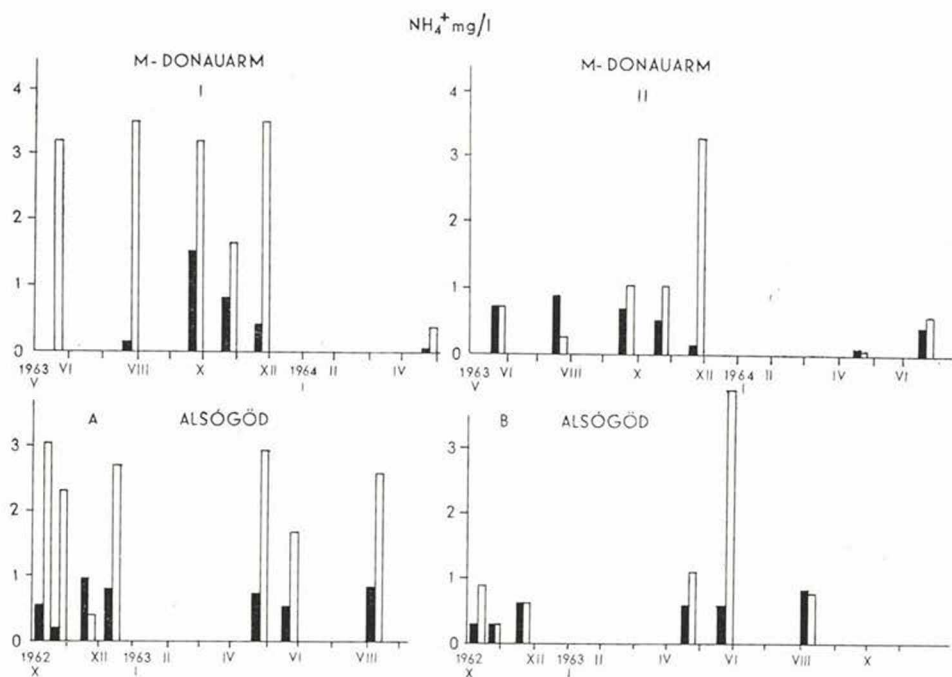
Abb. 8. $\text{Cl}^- \text{ mg/l}$

stoffhaltigen Normaltyp von dem sauerstoffarmen, bzw. sauerstoff-freien Reduktionstyp zu unterscheiden. Daß es Wasser gibt, die hinsichtlich der die Zuordnung zu dem einen oder anderem Typ bestimmenden Kriterien zwischen diesen beiden liegen, ist nicht verwunderlich, aber fast immer ein Hinweis darauf, daß ein Mischwasser aus einem normalen und einem reduzierten Wasser vorliegt.“

Wenn wir von diesem Gesichtspunkt unsere Angaben betrachten, so läßt sich feststellen, daß nach der Menge des Sauerstoffes das Wasser des hyporheischen Grundwassers (an den untersuchten Stellen) zum reduzierten Typ gehört. Die Ammonium-Ion-Menge weist ebenfalls darauf hin. Im Vergleich zum Donauwasser ist das Grundwasser unbedingt reduziert, eine genaue Einreihung könnte nur gezwungen erfolgen. Die Erklärung dafür liegt darin, daß sich auf die Gewässer der hyporheischen Biotope, abweichend von den wahrhaftigen Grundgewässern, die aktuelle Zusammensetzung des Stromwassers einen ständigen und verbundenen Einfluß ausübt sowie auch der Einfluß der Bodengewässer berücksichtigt werden muß. Dazu muß auch noch die Zusammensetzung des Bodens selbst beachtet werden, welcher offensichtlich die Zusammensetzung des intersti-

SO_4^{--} mg/lAbb. 9. SO_4^{--} mg/l

tialen Wassers ausschlaggebend beeinflussen kann. Die Unterschiede, die sich in den Angaben von Mosonmagyaróvár, Magyarkimle und Alsógöd erwiesen, können ebenfalls mit dem Einfluß dieser Faktoren erklärt werden. An den beiden Untersuchungsstellen im Mosoner Donauarm wurde das hyporheische Wasser der Geschiebebank, welches in unmittelbarer Verbindung mit dem Donauwasser steht, analysiert. Abhängend vom Wasserstand gelangt das Wasser aus der Donau in den Boden bzw. von da wieder in die Donau sehr leicht, und den Wasserstandsschwankungen zufolge auch öfters wie an den anderen Stellen. Diese Umstände – insbesondere in unmittelbarer Nähe des Ufers, – lassen keine bedeutenden chemischen Unterschiede zustande kommen, (besonders nicht bei kühlem Wetter, wo die Verdunstung keine bedeutende Rolle spielt). In Alsógöd

Abb. 10. NH_4^+ mg/l

hingegen ist die Struktur des Sedimentes dichter, so daß der Austausch des Sickerwassers weniger intensiv ist. Es wurden auch einige in der Nähe des Ufers entspringenden Quellen chemisch analysiert (Dvilyhally – Kozma 1964), wobei festgestellt werden konnte, daß deren Zusammensetzung gewisse Ähnlichkeiten mit denen des Porenwassers aufwies. Zur Verdichtung des Bodenwassers führt auch hier die starke Verdunstung der Vegetation bei. Wenn die bei zwei Gelegenheiten durchgeführten Ergebnisse der vertikalen Untersuchungen mit denen der horizontalen verglichen werden, so ist es zu ersehen, daß sich das Wasser in beiden Richtungen, vom Ufer entfernter verdünnt. Demnach ist in Alsógöd das hyporheische Grundwasser nicht nur dichter als das Donauwasser, sondern auch dichter als das für das Gebiet kennzeichnende Bodenwasser. Dies läßt sich einerseits durch die bereits erwähnte Verdunstung der Vegetation, andererseits durch die Tatsache erklären, daß wir unsere Untersuchungen stets bei warmem, trockenem Wetter und bei niedrigerem Wasserstand durchgeführt haben. Die intensivere Verdunstung kann offensichtlich ebenfalls dazu beitragen, daß sich der Salzgehalt des Porenwassers erhöht.

Diese Beobachtungen weisen unbedingt auf die Tatsache hin – wie bei jeder in der Natur durchgeführten Untersuchung – das den lokalen

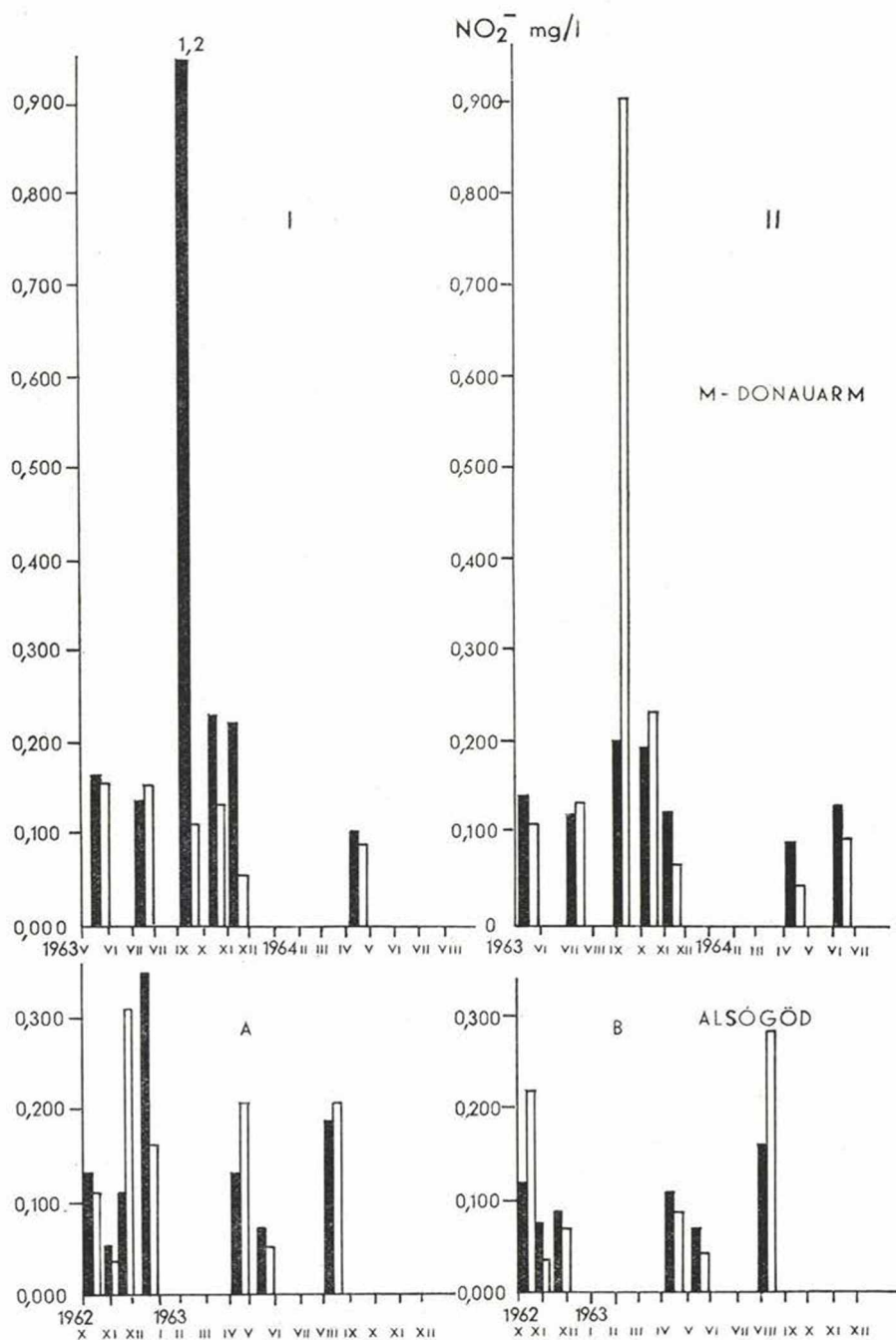
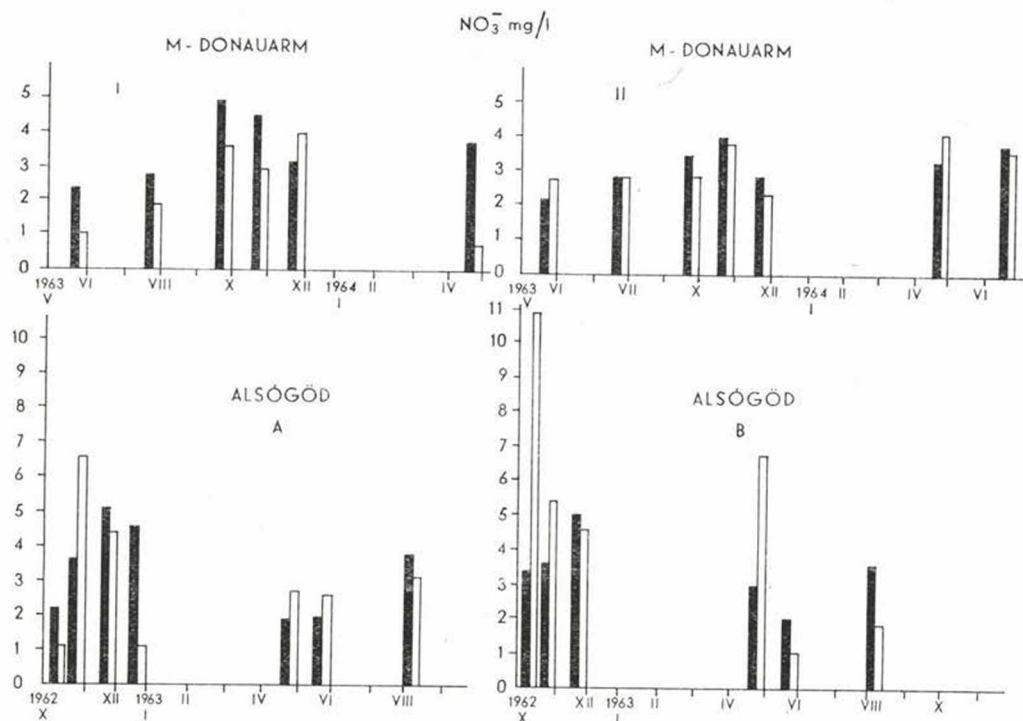
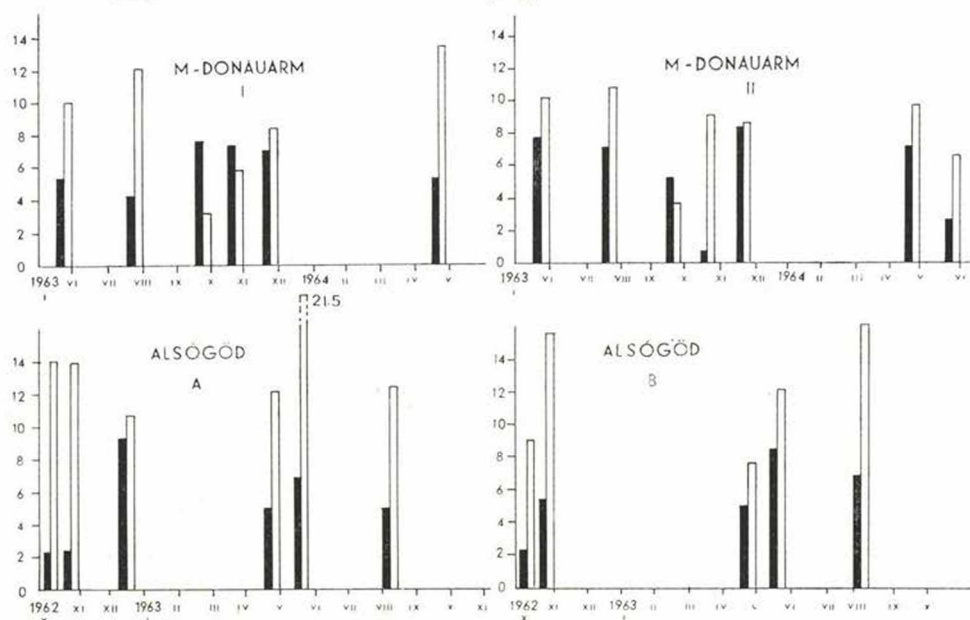


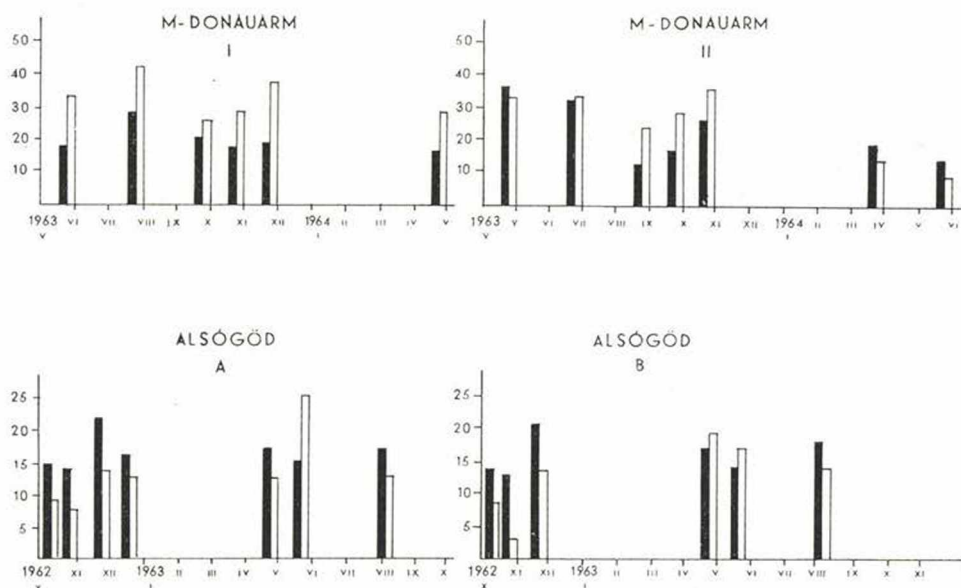
Abb. 11. NO_2^- mg/l

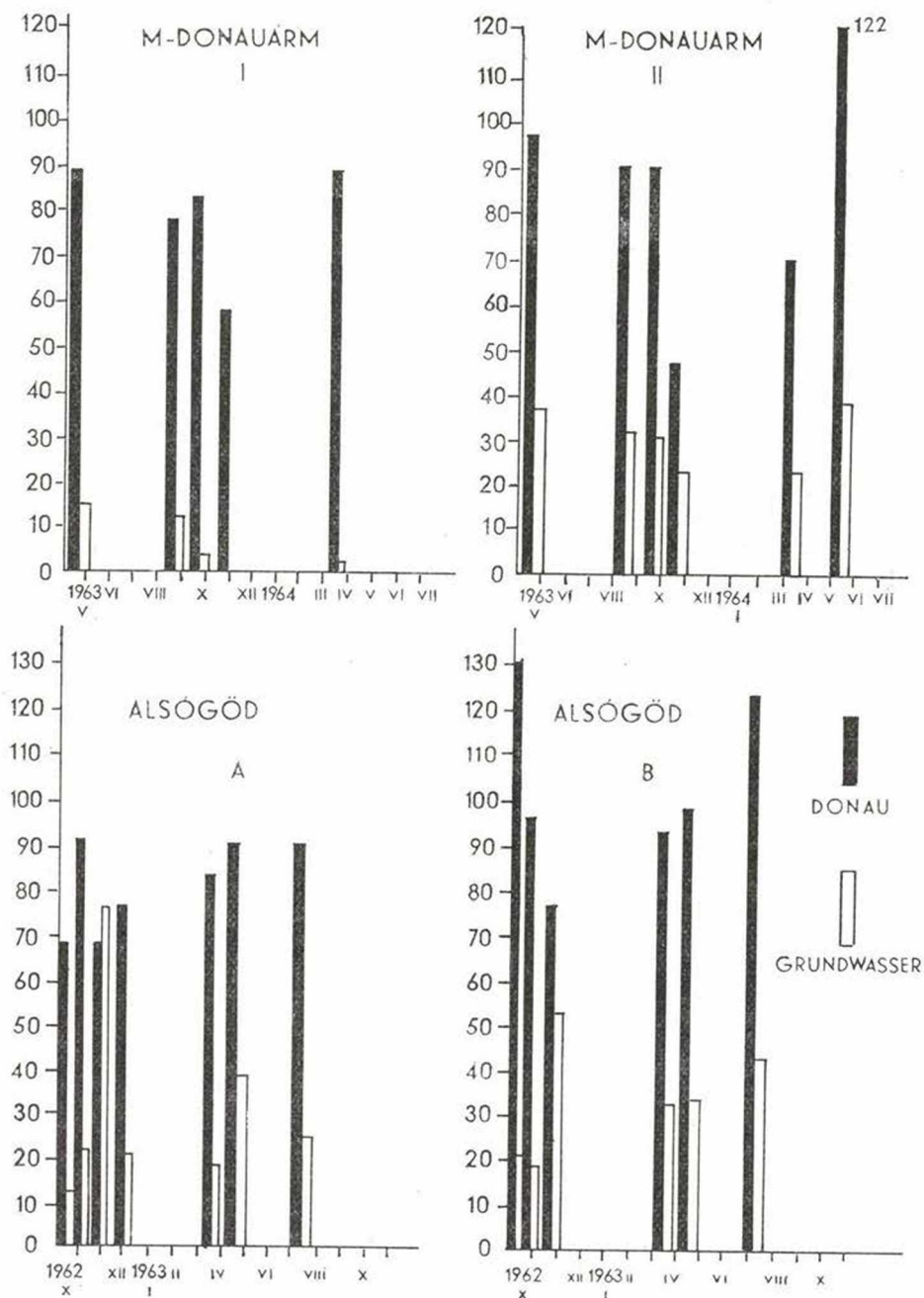
Abb. 12. NO₃⁻ mg/l

Verhältnissen ein weitgehendes Interesse entgegengebracht werden muß. In Entfernung von bloß 100 m können in hyporheischen Biotopen ganz unterschiedliche Verhältnisse auftreten, die in erster Linie von der Zusammensetzung des Bodens, von seiner Durch- oder Undurchlässigkeit sowie von der chemischen Zusammensetzung des Bodenwassers und des Donauwassers, von den Strömungsverhältnissen des Abschnittes und den meteorologischen Faktoren bedingt bzw. beeinflußt werden. Diese ökologischen Gegebenheiten üben auf die hier vorkommenden Organismen bzw. Biozönosen offensichtlich einen ausschlaggebenden Einfluß aus.

Die in der Arbeit besprochenen Untersuchungen erstrecken sich bloß auf einen Teil der ökologischen Faktoren. Es ist kaum zu bezweifeln, daß die angeführten Unterschiede — also die engere bzw. lockere Verbindung des hyporheischen Lebensraumes mit der Strömung — auch seitens der bakteriologischen und zoologischen Ergebnisse sich widerspiegeln werden.

SiO_2 mg/l

 Abb. 13. SiO_2 mg/l

 KMnO_4 - Verbrauch

 Abb. 14. KMnO_4 -Verbrauch mg/l

O₂-Sättigung in %Abb. 15. O₂-Sättigung in %

SCHRIFTTUM

- Chappuis, P. 1942. Eine neue Methode zur Untersuchung der Grundwasserfauna. Acta. Scien. Math. et Natur. Kolozsvár. 6: 1–7.
- Dvihalý, Zs. T. — Kozma E. V. 1966. Beitrag zur Kenntnis eines kleinen Zuflusses der Donau bei Alsógöd (Ungarn). (Danubialia Hungarica XXXVII). Opusc. Zool. Budapest, 6: 109–117.
- Gerb, L. 1958. Grundwassertypen. Vom Wasser 25: 16–47.
- Kozma, E. V. 1963. Beiträge zur Chemie des Grundwassers der ungarischen Oberdonau (Danubialia Hungarica XXII). Annal Univ. Sci. Budapest. Sect Biol 6: 119–127.
- Maucha, R. 1932. Hydrochemische Methoden in der Limnologie. Die Binnengewässer Stuttgart. 12: 173 p.
- Maucha, R. 1947. Hydrochemische Halbmikrofeldmethoden. Arch. f. Hydrobiol. Stuttgart. 41: 353–391.
- Orghidan, R. 1959. Ein neuer Lebensraum des unterirdischen Wassers: der hyporheische Biotop. Arch. f. Hydrobiol. 55: 392–414.
- Schwoerbel, J. 1961. Das unterirdische Wasser als Lebensraum. Die Natur 3/4 43–60.
- Schwoerbel, J. 1961. Über die Lebensbedingungen und die Besiedlung des hyporheischen Lebensraumes. Arch. Hydrobiol. Stuttgart, Suppl. Falkau-Schriften 25/4, 182–214.
- Schwoerbel, J. 1967. Die stromnahe phreatische Fauna der Donau (hyporheische Fauna). In: Limnologie der Donau. Red.: R. Lieppolt. Stuttgart. 284–294.
- Ruttnner — Kolisko, A. 1956. Der Lebensraum des Linnopsammals. Verh. Deutsch. Zool. Ges. in Hamburg 412–427.
- Tuttner — Kolisko, A. 1961. Biotop und Biozönose des Sandufers einiger österreichischer Flüsse. Verh. Internat. Verein Limnol. 14: 362–368.
- Tóry, K. 1952. A Duna és szabályozása (Die Donau und ihre Regelung). Akadémiai Kiadó, Budapest, 454 p.